

전신마취 중 투여한 rocuronium과 cisatracurium에 의한 연속된 아나필락시스 - 증례 보고 -

고려대학교 의과대학 구로병원 마취통증의학과

이충훈 · 임병건 · 조성인 · 이소현 · 문숙희 · 이일옥

Consecutive anaphylaxis due to rocuronium and cisatracurium during general anesthesia - A case report -

Chung Hun Lee, Byung Gun Lim, Seung Inn Cho, So Hyun Lee, Suk Hee Mun, and Il Ok Lee

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Guro Hospital, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

We experienced anaphylaxis during general anesthesia twice in the same patient. After the first incidence of anaphylaxis at the induction of anesthesia, we speculated that the allergen was rocuronium. Thus, we administered sugammadex as well as a vasopressor to treat the anaphylaxis and the vital signs gradually recovered to nearly normal. Thereafter, we could not avoid the administration of another muscle relaxant, cisatracurium, since the patient moved uncontrollably after the surgery was restarted. A second anaphylactic event then occurred. We speculated that the second allergen was cisatracurium and stopped using it. The results of the investigation after the surgery showed that the allergens were indeed rocuronium and cisatracurium. When we encounter anaphylaxis during general anesthesia, it is necessary to suspect all administered medicines as the cause, with the potential of two or more causes, especially with muscle relaxants. (*Anesth Pain Med* 2016; 11: 384-388)

Received: March 15, 2016.

Revised: 1st, April 25, 2016; 2nd, May 16, 2016.

Accepted: May 17, 2016.

Corresponding author: Byung Gun Lim, M.D., Ph.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Guro Hospital, Korea University College of Medicine, Gurodong-ro 148, Guro-gu, Seoul 08308, Korea. Tel: 82-2-2626-3231, Fax: 82-2-2626-1438, E-mail: bglim9205@korea.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Key Words: Anaphylaxis, Cisatracurium, General anesthesia, Intradermal test, Rocuronium.

흔히 아나필락시스(anaphylaxis)는 원인 물질에 노출된 후 즉시 발생하는 중증의 전신적 과민반응을 일컫는다. 전신마취 동안 아나필락시스의 발생은 그 임상적 정도에 따라 경미한 저혈압, 피부 발진이 발생하는 경우부터 생명을 위협할 정도의 심혈관계 허탈 및 기관지 경련 등 치명적인 결과를 초래하는 경우까지 다양하다[1].

전신마취 중 마취약제 관련 아나필락시스 발생의 흔한 원인 중 대표적인 것이 근이완제이다[2]. 근이완제에 의한 아나필락시스가 발생할 경우 의심되는 근이완제 이외에 다른 근이완제와의 교차반응의 빈도가 약 75% 정도로 높기 때문에 이를 고려하여 추후 수술에서는 반드시 피부 단자 검사 혹은 피내 검사를 통하여 교차반응 여부를 확인한 후 근이완제를 선택해야 한다[3]. Matthey 등은[4] rocuronium 정주 직후 심한 아나필락시스 반응을 보인 환자에서 6주 경과 후 시행한 피부 단자 검사(skin prick test) 결과, rocuronium 이외에 다른 근이완제에서도 양성 반응이 나타났다고 보고하였다. 하지만 동일한 환자에서 전신마취 동안 각기 다른 근이완제에 의해 아나필락시스 반응이 연속하여 발생한 경우는 매우 드물다.

본 저자들은 안와 내벽의 골절 재건술(reconstruction of blow out fracture)을 받으려던 24세 남자 환자의 마취유도 및 유지 중 정주한 rocuronium 및 cisatracurium에 의해 연속하여 발생한 것으로 의심되는 아나필락시스를 경험하였기에 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

증례

24세의 건강한 남자 환자(키 176 cm, 몸무게 72 kg)가 안와 내벽의 골절 재건술이 예정되었다. 과거력상 동반 기저 질환이나 수술 경험은 없었다. 최근 상기도 감염 병력은 없

었으며, 알레르기 질환 병력 및 소인과 관련하여 과거력 및 가족력상 특이사항은 없었다. 수술 전 시행한 혈액 검사 및 심전도, 단순 흉부 촬영상 특이 소견은 없었다.

전투약으로 midazolam 2 mg, glycopyrrolate 0.2 mg을 근주하였고, 수술실 도착 후 환자에게 심전도, 비침습적 혈압, 맥박 산소포화도를 측정하였다. 당시 혈압은 125/80 mmHg, 심박수는 90회/분, 체온은 36.7°C, 맥박 산소포화도는 98%였고 심전도는 정상 동율동(normal sinus rhythm) 소견을 보였다. 100% O₂ 8 L/min으로 전산소화(preoxygenation) 시행 후 마취 유도를 위해 propofol (프레조폴 엠스티 1%주[®], 프레지니우스 카비 코리아, 한국) 120 mg을 정주하였다. 환자의 의식 및 호흡이 소실된 것을 확인한 후 sevoflurane 2 vol%, O₂ 8 L/min으로 용수환기를 하면서 rocuronium (Esmeron[®], NV Organon, The Netherlands) 45 mg을 서서히 정주하였다. Rocuronium 정주 완료 직후 혈압은 110/50 mmHg, 심박수는 100-120회/분 정도였으나 2분 후에 갑작스럽게 심박수는 140-150회/분으로 증가하였고 혈압은 70/45 mmHg로 감소하였다. 이 때 환자의 몸통 및 양쪽 팔 부위에 발진을 동반한 두드러기 소견이 관찰되었고 산소포화도는 지속적으로 100%로 유지되었으나 과민 반응에 의한 기관지 수축 우려하여 신속히 기관내삽관을 시도하였다. 삽관은 무리 없이 진행되었고 삽관 후 일회호흡량 550 ml, 호흡수 13회/분으로 기계환기를 시행했을 때 최고흡기압(peak inspiratory pressure)은 22-24 cmH₂O였으며, 100% O₂ 3 L/min 유지 하에 산소포화도는 100%였다. 삽관 직후 측정된 심박수는 150회/분으로 높았고 혈압은 오히려 60/30 mmHg로 더욱 감소하여 아나필락시스 의심 하에 sevoflurane 투여를 중단하고 추가적인 정맥로를 확보하여 정질액(plasma solution A, CJ, 한국) 및 교질액(Volulyte[®], 프리제니우스 카비 코리아, 한국)을 급속 주입하였고 혈관 수축제인 phenylephrine (페닐레프린주[®], 하나제약, 한국) 300 µg 및 hydrocortisone (코티소루주[®], 한올바이오파마, 한국) 100 mg, chlorpheniramine maleate (페니라민주[®], 유한양행, 한국) 4 mg을 정주하여 혈압의 상승 및 알레르기 반응(allergic reaction) 억제를 유도하고자 하였다. 그러나 이러한 약제 투여 후 5분 동안 혈압 및 심박수에 큰 변화가 없어 다시 phenylephrine 300 µg을 재투여하였고 sugammadex가 rocuronium으로 인해 발생한 아나필락시스 치료에 도움이 되었다는 기존 보고들에[5,6] 근거하여 rocuronium 투여 15분만에 sugammadex (Bridion[®], NV Organon, Oss, The Netherlands) 200 mg을 정주하였다. Sugammadex 투여 5분 후 혈압 80/50 mmHg, 심박수 125회/분으로, 투여 10분 후 혈압 90/60 mmHg, 심박수 120회/분으로 점차 호전되었으며, 몸통과 양쪽 팔 부위에 나타났던 발적 소견도 감소하는 양상을 보였다. 그로부터 5분 후 혈압 100/65-110/80 mmHg, 심박수 110회/분으로 안정화된 것을 확인 후 환자의 각성을 막기 위해 midazolam 2 mg을 투여

와 함께 도뇨관을 삽입하였다(소변량 200 ml 확인됨). 수상 2주가 지난 시점이어서 수술 연기가 수술 결과에 영향을 미칠 수 있었고, 아나필락시스의 정도가 2단계로 혈압강하 정도가 매우 심하지 않았기에 외과의사 및 환자 보호자와 충분히 상의 후 인지동의서를 받고 진행하기로 하였다.

이후 hydrocortisone 100 mg, chlorpheniramine maleate 4 mg을 전처치한 후 midazolam 2 mg을 재투여하고 50% 흡입산소분율 하에 sevoflurane 1 vol%로 유지한 상태로 수술이 시작되었다. 수술 시작 5분 후 갑작스럽게 환자가 움직였고 과격한 움직임이 지속되어 근이완제의 투여가 필요했으며, sugammadex가 투여되었음을 고려하여 cisatracurium (Nimbex[®], GlaxoSmithKline, Italy) 10 mg을 투여하였다. 그러나 cisatracurium 투여 5분 후 다시 혈압이 120/80 mmHg에서 70/50 mmHg로 감소하고 심박수가 100회/분에서 120회/분으로 증가하여 sevoflurane 투여를 0.5 vol%로 줄이고 phenylephrine 200 µg을 정주하였으며, 이후 이러한 혈역학 양상이 더는 악화 없이 서서히 회복되어 cisatracurium 투여 10분 후 혈압 100/60 mmHg, 심박수 110회/분으로 회복하였다. 그 후 근이완제는 더는 사용하지 않았고 sevoflurane 0.5 vol%와 remifentanyl 0.02-0.05 µg/kg/min으로 마취를 유지하였으며, 혈압 및 심박수가 안정화된 것을 확인 후 cefotiam (제티암주[®], 삼진, 한국) 2 g을 투여하였다. 이후 40분가량 혈역학은 안정적으로 유지되었고 수술이 끝난 후 근이완의 길항을 위해 pyridostigmine 10 mg과 glycopyrrolate 0.4 mg을 정주하였고 호흡 및 의식의 회복을 확인한 후 기관내튜브를 발관하고 회복실로 이동하였다. 회복실에 도착 후 1시간 동안 환자의 혈압이 110/60-120/70 mmHg, 심박수는 90-115 회/분, 산소포화도는 98-100%로 유지되었으며, 의식, 호흡 양상 및 심전도상 이상 소견 보이지 않았다. 병동으로 전실 후 24시간 동안 주의 깊게 관찰 시행하였으나 특이 사항 없었고 알레르기 내과 자문을 시행한 후 수술 후 5일째 특별한 합병증 없이 퇴원하였다.

퇴원 후 아나필락시스 발생 2주가 지난 시점에 본 환자는 알레르기 내과 외래를 방문하여 serum tryptase, total IgE, specific IgE-w1, specific IgE-w6, D1 mite-pteronyssinus, D2 mite-farinae 측정을 위한 혈액 검사와 아나필락시스의 유발 요인으로 의심되는 약물(rocuronium, cisatracurium, cefotiam)에 대한 피부 단자 검사 및 피내 검사(intradermal test)를 시행 받았다. 먼저 serum tryptase 등의 혈액 검사 결과는 모두 정상 소견을 보였다. 의심 약물에 대한 음성 반응은 생리식염수, 양성 반응은 히스타민을 기준으로 하였으며 먼저 팔의 전방 안쪽 부위에서 시행한 피부 단자 검사에서는 cisatracurium과 수술 중 사용한 항생제인 cefotiam에 대해서는 음성 반응을 보였고, rocuronium에 대해서는 양성 반응이 나타났다. 뒤이어 시행한 피내 검사에서는 의심 약물을 각각 0.1 mg/ml, 1 mg/ml, 2 mg/ml의 농도로 희석하여 환자의

Table 1. Results of Allergologic Test

| Drugs | Skin prick test | Intradermal test | | |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------|-----------|
| | | 0.1 mg/ml | 1 mg/ml | 2 mg/ml |
| Rocuronium | + | ++ | ++ | ++ |
| Wheal size (mm) | | (35 × 30) | (37 × 32) | (38 × 30) |
| Cisatracurium | - | + | + | + |
| Wheal size (mm) | | (13 × 12) | (14 × 10) | (15 × 14) |
| Cefotiam | - | - | - | - |
| Wheal size (mm) | | (3 × 3) | (5 × 5) | (5 × 4) |

Standard wheal size of intradermal test: 30 × 29 mm (histamine), 7 × 4 mm (normal saline). Skin prick test: After making a wheal size of 1-2 mm by each drug of 0.01-0.02 ml, it is considering as positive if a wheal size is more than 8 mm in 10 minutes (Rose M, Fisher M. Rocuronium: high risk for anaphylaxis? Br J Anaesth 2001; 86: 678-82.).

등에 피내 주입한 후 그 반응을 기준으로 판정하였다. 그 결과 rocuronium에 의한 팽진 크기(wheal size)는 세 종류의 농도에서 모두 히스타민에 의한 팽진 크기(30 × 29 mm)보다 큰 소견을 보여 강양성(++)으로 판정되었고, cisatracurium에 의한 팽진은 세 종류의 농도에서 모두 히스타민에 의한 팽진(30 × 29 mm)보다는 작으나 생리 식염수에 의한 팽진(7 × 4 mm)보다는 큰 소견을 보여 양성(+)으로 판정되었으며, cefotiam은 세 종류의 농도에서 모두 생리 식염수에 의한 팽진보다 작은 소견(5 × 5 mm 이하)를 보여 음성(-)으로 판정되었다(Table 1).

고 찰

아나필락시스는 알레르기 항원(allergen)이 알레르겐 특이(allergen-specific) IgE와 반응한 후 비만 세포(mast cell), 호염기구(basophil)를 활성화함으로써 분비한 다양한 매개물질(mediators)에 의해 일어나는 전신면역반응(systemic immune reaction; type 1 hypersensitivity)으로 정의한다[1].

일반적으로 정상의 사람에서 아나필락시스의 평생 발생률은 1-2% 정도로 알려져 있으며[7], 마취 도중에 발생하는 아나필락시스의 유병률은 1 : 3,500-1 : 20,000, 이 중 아나필락시스로 인한 사망률은 3-6%, 심각한 신경학적 결손이 생기는 경우는 2% 정도이다[1,8]. 이처럼 마취 도중에 발생하는 아나필락시스의 빈도는 흔하지 않으나 발생했을 경우 높은 사망률과 치명적인 합병증을 가져올 수 있으므로 아나필락시스의 즉각적인 인지와 대처는 매우 중요하다.

아나필락시스의 임상적 양상은 대부분 심각하지만 비교적 다양하여 Mertes 등[9]은 과민 반응의 심각성에 따라 4단계로 나누었는데 1단계는 가장 흔한 빈도로 나타나는 단순히 피부 발진만 있는 경우, 2단계는 피부 발진과 함께 생명

을 위협할 정도가 아닌 저혈압, 빈맥 또는 호흡기계 합병증이 나타나는 경우, 3단계는 생명을 위협할 정도의 저혈압, 빈맥, 부정맥, 기관지 경련이 나타나는 경우, 4단계는 심장 마비 혹은 호흡 정지가 일어나는 단계로 정의하였다. 본 증례의 환자에서 발생한 아나필락시스는 두 번 모두 2단계로 분류될 만한 정도의 증상 및 징후를 보였었다. 대개 2단계부터 즉각적인 치료가 필요한데 먼저 원인물질로 예상되는 약물을 확인하고 투여를 중단함과 동시에 기도를 확보, 유지하여야 한다. 저산소증 예방을 위한 100% 산소 공급 및 정질액과 교질액을 이용한 혈관내 용적의 급속 보충이 필요하며, 혈압 상승 및 더 이상의 매개물질 분비를 방지하기 위해 epinephrine 투여를 우선적으로 고려해야 한다. 또한 스테로이드 및 항히스타민제도 투여할 수 있다[8,9]. 본 증례의 환자에서 기관지 경련 등 호흡기계 이상 소견이 없었던 점과 에피네프린 투여로 인한 부정맥 등의 발생 가능성을 고려하여 phenylephrine을 먼저 투여하였으나, 조기에 epinephrine을 투여하지 않았던 것은 제한점으로 남는다. Phenylephrine 투여 후 혈압의 회복이 빠르지 않았던 점을 고려할 때 저용량의 epinephrine을 처음부터 투여했다면 환자의 혈액학이 더욱 빠르고 효과적으로 정상화되었을 수 있었으리라 생각한다[9]. 이러한 처치들과 더불어 첫 번째 아나필락시스 반응이 나타났을 때 그 원인이 rocuronium으로 의심되었으므로 sugammadex를 함께 투여하였는데 그 결과 환자의 혈압이 상승하고 심박수가 감소하였으며 몸에 있던 발적 소견도 감소하는 효과를 보였다. 이는 sugammadex의 투여가 rocuronium 과민반응의 치료에 효과적이었다는 여러 보고를 근거로 시행한 것이었다[5,6]. 두 번째 아나필락시스 반응 출현 시에 다시 혈압이 감소한 원인이 명확하지 않아 sugammadex의 효과가 부족한 것으로 추측하였으나 피내 검사 결과 두 번째 반응은 cisatracurium에 의해서 발생했을 가능성이 크므로 결국 첫 번째 rocuronium에 의한 반응의 치료에 sugammadex의 투여가 도움되었다고 볼 수 있을 것이다. 하지만 최근 보고된 연구에 따르면 실제 rocuronium에 의해 발생한 것으로 확인된 8명의 아나필락시스 환자에서 sugammadex 투여 후 3명만이 혈압 상승효과를 보였고, rocuronium을 투여했으나 이후 다른 원인에 의한 아나필락시스로 확인된 5명의 환자에서 sugammadex 투여 후 3명에서 혈압 상승효과를 보였다는 점으로 미루어 rocuronium을 투여한 환자의 아나필락시스 치료에 sugammadex의 투여가 효과를 나타낸 것은 sugammadex가 rocuronium에 의한 아나필락시스 반응을 직접 억제했다기보다는 근이완 자체를 반전시켜 근육 긴장도를 증가시키고 이로 인해 근육과 복강 내에 있는 혈관으로부터 정맥 환류 및 전부하(preload)가 증가하였기 때문일 수 있다고 하였다[10]. 따라서 rocuronium에 의해 발생한 아나필락시스에 대한 sugammadex의 치료 효과에 대해서는 추가적인 연구가 필요

할 것이며, sugammadex 자체가 아나필락시스를 유발할 수도 있다는 점을 고려할 때 더욱 주의가 필요하다[11].

수술 전 마취유도 중에 아나필락시스가 발생하였다면 정규수술의 경우 수술을 연기하는 것이 바람직하고 본 증례에서도 수술을 연기하였다면 이후 cisatracurium에 의한 아나필락시스는 피할 수 있었을 것이나, 환자가 외상을 당한 지 2주가 지난 시점이어서 수술연기가 수술 결과에 영향을 미칠 수 있는 상황이었기에 외과 의사 및 환자 보호자와 상의 후 수술을 진행하기로 하였었고 이 점은 제한점으로 남을 수 있을 것이다.

전신마취 중 아나필락시스가 의심되는 임상 소견을 보였던 환자는 과민반응의 치료 및 예방을 위해서 또는 이후 수술을 위해 다시 마취를 받을 경우를 대비하여 아나필락시스의 원인 감별을 통한 적절한 진단 및 예방책을 세우는 것이 중요하다. 아나필락시스는 마취 동안 사용하는 모든 약물에 기인해 나타날 수 있는데 가장 높은 빈도를 차지하는 약물은 rocuronium [12] 등의 근이완제(60%)이며, 그 외 라텍스(latex; 14%), 항생제(6%), 수액 제재(3%) 등에 의해 나타날 수 있고 정맥주사용 수면제(thiopental sodium 1 : 30,000, propofol 1 : 60,000)나 콜로이드, 마약류 등이 나머지 5% 정도를 차지하며, 할로겐 흡입마취제에 대한 아나필락시스는 아직 보고된 적이 없다[9]. 전신마취 중 이러한 마취 약물에 의한 아나필락시스가 근이완제 등 마취 약물에 노출된 과거력이 있는 사람뿐만 아니라 본 증례에서처럼 전신마취를 처음 받는 사람에게서도 발생할 수 있는데 이는 근이완제에 존재하는 4가 암모늄 이온을 포함하고 있는 화장품, 음식물, 진해제 등에 의해 사전 감작되어 있었던 경우 가능하다[1].

아나필락시스를 진단하는 방법에는 피부 단자 검사 및 피내 검사, 혈액내의 tryptase, histamine, IgE의 활성화 정도를 측정하는 방법이 있다. 이 중 피부 단자 검사는 간단하고 신뢰도가 있어 감별진단으로 주로 사용되고 특히 여러 항원들을 동시에 안전하게 검사할 수 있다는 장점이 있는 반면 피내 검사는 낮은 위음성율(false-positive rate) 및 높은 민감성(sensitivity)을 갖는 장점이 있다. 특히 피내 검사는 근이완제에 의한 아나필락시스의 중요한 진단 검사로 알려져 있다[13]. 이러한 피내 검사 및 피부 단자 검사는 아나필락시스 발생 4-6주 이후에 시행하는 것이 권장되고 있으나[14], 본 증례에서는 알레르기 내과 외래에서 아나필락시스 발생 2주 후 시행하였다. 피부 단자 검사 및 피내 검사 시행 결과 원인 물질로 의심되었던 rocuronium과 cisatracurium의 두 검사 결과에 차이가 있었다. 우선 피부 단자 검사는 rocuronium만 양성 반응을 보였고 cisatracurium 및 항생제인 cefotiam에는 음성 반응을 보였으며, 피내 검사는 cefotiam에는 음성 반응, rocuronium에 강양성, cisatracurium에 양성 반응이 나타났다. Cisatracurium은 rocuronium이나 succinyl-

choline 같은 다른 근이완제와 비교했을 때 과민반응을 일으키기 위하여 비특이적인 비만 세포나 호염기구를 활성화하는 역가(potency)가 낮아 그 빈도가 적다고 알려져 있으나[15], 본 증례에서 피내 검사상 cisatracurium이 양성을 보인 사실과 실제로 마취 도중 cisatracurium 투여 후 다시 혈압의 저하 및 심박수의 증가 소견이 있었던 사실로 미루어 볼 때 두 번째 과민반응은 cisatracurium에 의한 아나필락시스였던 것으로 판단된다.

본 증례에서 serum tryptase level 검사는 1 또는 2단계 아나필락시스의 경우 15-60분 내, 3 또는 4단계일 경우 30분에서 2시간 이내에 측정해야 의미가 있고, IgE 및 보체 검사는 아나필락시스 반응이 일어나는 동안 혈액을 채취하여 검사하는 것이 추천되고 있는바 아나필락시스 발생 직후 검사를 시행하지 못하고 아나필락시스가 발생한 2주 후 검사를 시행하였기에 본 검사들의 결과가 음성으로 나타났을 것이다[1,9].

결론적으로 근이완제에 의한 과민반응이 의심될 경우, 다른 근이완제와의 교차반응 가능성을 염두에 두어 가급적 추가적인 동일약제의 투여는 물론 다른 약제의 투여 또한 주의해야 할 것이다. 특히 rocuronium이 과민반응의 원인으로 의심되는 경우 치료를 위해 sugammadex를 투여하는 것은 아직 논란의 여지가 있으므로 보다 신중하게 결정해야 할 것이다. 즉, rocuronium 과민반응의 치료를 위해 수술 중 sugammadex를 투여했을 경우 근이완의 빠른 역전에 의해 근력이 증가하고 환자가 움직일 가능성이 존재하므로 다른 근이완제의 추가 투여가 필요할 수 있으며, 이는 과민반응을 다시 촉발하는 원인으로 작용할 수 있음을 주지해야 한다.

REFERENCES

1. Anesthetic complications. In: Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology. 5th ed. Edited by Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. New York, McGraw-Hill Medical. 2013, pp 1217-22.
2. Laxenaire MC, Mertes PM. Anaphylaxis during anaesthesia. Results of a two-year survey in France. Br J Anaesth 2001; 87: 549-58.
3. Karila C, Brunet-Langot D, Labbez F, Jacqmarcq O, Ponvert C, Paupe J, et al. Anaphylaxis during anesthesia: results of a 12-year survey at a French pediatric center. Allergy 2005; 60: 828-34.
4. Matthey P, Wang P, Finegan BA, Donnelly M. Rocuronium anaphylaxis and multiple neuromuscular blocking drug sensitivities. Can J Anaesth 2000; 47: 890-3.
5. McDonnell NJ, Pavy TJ, Green LK, Platt PR. Sugammadex in the management of rocuronium-induced anaphylaxis. Br J Anaesth 2011; 106: 199-201.
6. Kawano T, Tamura T, Hamaguchi M, Yatabe T, Yamashita K, Yokoyama M. Successful management of rocuronium-induced anaphylactic reactions with sugammadex: a case report. J Clin

- Anesth 2012; 24: 62-4.
7. Lieberman P. Epidemiology of anaphylaxis. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2008; 8: 316-20.
 8. Mertes PM, Laxenaire MC, Alla F. Anaphylactic and anaphylactoid reactions occurring during anesthesia in France in 1999-2000. *Anesthesiology* 2003; 99: 536-45.
 9. Mertes PM, Malinovsky JM, Jouffroy L, Aberer W, Terreehorst I, Brockow K, et al. Reducing the risk of anaphylaxis during anesthesia: 2011 updated guidelines for clinical practice. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2011; 21: 442-53.
 10. Platt PR, Clarke RC, Johnson GH, Sadleir PH. Efficacy of sugammadex in rocuronium-induced or antibiotic-induced anaphylaxis. A case-control study. *Anaesthesia* 2015; 70: 1264-7.
 11. Hwang MH, Won YJ, Lee IO, Koo EH, Jung WJ. A suspected case of sugammadex-induced anaphylactic shock -A case report-. *Anesth Pain Med* 2015; 10: 288-90.
 12. Cho YW, Park SH, Jeong JG, Kim KI, Son HW. Anaphylaxis induced by priming dose of rocuronium during induction of anesthesia: Report of two cases. *Anesth Pain Med* 2012; 7: 352-4.
 13. Ebo DG, Hagendorens MM, Bridts CH, De Clerck LS, Stevens WJ. Allergic reactions occurring during anaesthesia: diagnostic approach. *Acta Clin Belg* 2004; 59: 34-43.
 14. Kannan JA, Bernstein JA. Perioperative anaphylaxis: diagnosis, evaluation, and management. *Immunol Allergy Clin North Am* 2015; 35: 321-34.
 15. Mertes PM, Aimone-Gastin I, Guéant-Rodriguez RM, Mouton-Faivre C, Audibert G, O'Brien J, et al. Hypersensitivity reactions to neuromuscular blocking agents. *Curr Pharm Des* 2008; 14: 2809-25.